

Geneza górnourajskich osadów z odsłonięcia w Bydlinie

Aleksandra Vierek*

Origin of Upper Jurassic sediments from the Bydlin quarry (southern Poland)

Summary. Two main lithological types of the Bydlin limestones are distinguished as the effect of study:

- ▶ association A — the layered limestones building a lower part of the quarry,
- ▶ association B — the massive limestones building an upper part of the quarry.

An origin of the latter sediments was connected with dense cohesive mass flow. Redeposition of calcereous debris took place on a short distance in high-energy conditions. Some material was probably transported from the layered limestones surrounding a core zone of the massive mud mounds.

Osady katastroficzne są znane obecnie z wielu stanowisk na obszarze Jury Polskiej. Marcinowski (1970) opisał utwory gradacyjnie warstwowane z regionu częstochowskiego, które określił jako turbidyty. Te same osady oraz analogiczne z kilku innych wystąpień Heliasz (1983) uznał za utwory sztormowe. Z regionu krakowskiego opisano utwory spływów grawitacyjnych z kamieniołomu w Młynce (Hoffman & Matyszkiewicz, 1989) i Ujeździe (Matyszkiewicz, 1989).

Przedmiotem niniejszych rozważań są wapienie odsłaniające się w nieczynnym kamieniołomie we wsi Bydlin (ryc. 1), które zostały uznane za rezultat spływów kohezyjnych (Vierek, 1994).

Charakterystyka wapieni z Bydlina

Na podstawie obserwacji makroskopowych wydzielono dwa zespoły górnourajskich wapieni (ryc. 2): zespół dolny (A) i zespół górny (B).

Dolną część profilu (zespół A) reprezentują szarobeżowe, średnio- i gruboławicowe (0,3 do 1,0 m) kalcysyliny, o ogólnej miąższości dochodzącej do 3,5 m. Uławicenie niemal poziome. Występują charakterystyczne poziomy białych czertów. Według autorów arkusza Ogrodzieniec (Bednarek i in., 1978a, b) osad ten jest zaliczany do wapieni zarzeczańskich reprezentujących górny oksford. Dolny zespół wapieni A pod względem mikrofacyjnym stanowią biomikryty spikulitowe. W większości są to spikule skalcyfikowane, ale część z nich zachowała pierwotny skład krzemionkowy. Obserwuje się zróżnicowany frekwencyjnie zespół otwornic z rodzajów *Lenticulina*, *Dentalina*, *Spirillina* oraz drobny detrytus szkarłupni. Sporadycznie występują zoospory *Globochaete alpina*.

Górną część profilu (zespół B) buduje masywny, kremoszary kalcyrudyt o ogólnej miąższości 5–6 m. W osadzie tym są widoczne klasty o bardzo różnych wielkościach, najczęściej powyżej 0,2 cm.

W kierunku południowej części kamieniołomu wielkość klastów wzrasta nawet do 1,6 m. Poszczególne klasty znajdują się w matriksie, czyli masie ziarnistej o zdecydowanie drobniejszych składnikach niż składniki szkieletu ziarnowego. Badania mikroskopowe wykazały, że rolę tła skalnego oraz najprawdopodobniej cementa spełnia mikro-

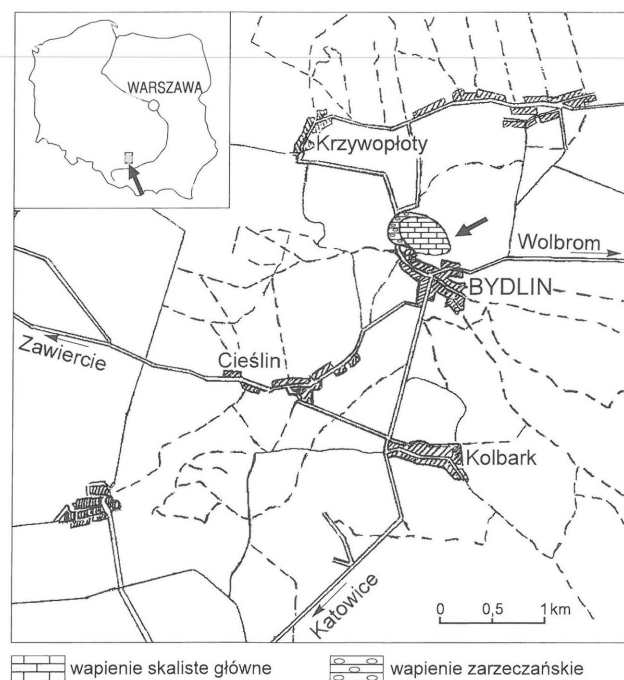
krystaliczny osad węglanowy składający się z kryształów o wielkości nie przekraczającej 4 μm — tzw. mikryt.

Klasty mają bardzo różne kształty (kuliste, dyskooidalne, elipsoidalne) i różny stopień obtoczenia. Mniejsze są z reguły lepiej obtoczone. Stosując wzorzec Powersa (1953) można je zaliczyć do klastów półobtoczonych. Natomiast większe klasty są z reguły ostrokrawędziste i półostrokrawędziste. Miejscami osad ma zwarty, a miejscami rozproszony szkielet ziarnowy.

W przypadku zwanego szkieletu mamy do czynienia z kontaktem międzyziarnowym prostym, wklęsło-wypukłym oraz punktowym. Charakterystyczną cechą tego osadu to brak kontaktu ząbwiącego się. Średnica największych ziarn (teksturalny parametr MPS — ang. *Maximum Particle Size*) jest zmienna, zarówno w pionie, jak i w poziomie (tab. 1). Największe klasty występują w południowej części kamieniołomu i wartość parametru MPS zmniejsza się w kierunku północnym. Średnica klastów z reguły maleje ku górze profilu. Analiza wzajemnego udziału klastów do matriksu w masie skalnej (tab. 2) wykazała, że w kierunku północnym maleje ilość klastów o dużych rozmiarach, natomiast zwiększa się ilość klastów mniejszych. Największy udział klastów występuje w dolnej części serii kalcyrudytu i zmniejsza się stopniowo ku górze.

Klasty rozproszone w masie skalnej wykazują nieprzypadkowe ukierunkowanie. Płaszczyzna ab zapada w dwóch modach azymutalnych: ku SSE i NNW. Wiele klastów znajduje się w położeniu pionowym.

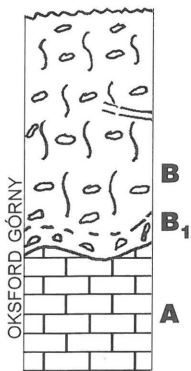
Wapień zawiera liczną makrofaunę, wśród której dominują gąbki krzemionkowe (głównie z rodzaju *Platychonia*) o formach talerzowych dochodzących do 35 cm średnicy. Oprócz gąbek występują również liczne ramienionogi, mszywioty, belemnity, amonity i pierścienice. Wapień ten jest utożsamiany



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny odsłonięcia w Bydlinie

Fig. 1. Simplified location map of the Bydlin quarry

*Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec



Ryc. 2. Profil litologiczny wapieni w Bydlinie (wg Vierek i in., 1994); A — wapienie uławiczone, B — masywny kalcyrudyt, B₁ — wapienie „przejściowe”
Fig. 2. Lithological profile of the Bydlin limestones (wg Vierek i in., 1994); A — layered limestones, B — massive calcirudites, B₁ — “transitional limestones”

przez autorów arkusza Ogrodzieniec (Bednarek i in., 1978a, b) z wapieniem skalistym głównym. Kontakt pomiędzy dwiema wyróżnionymi seriami wapieni ma charakter ostrej, wyraźnie

undulującej granicy ścinającej niżejległy kalcyssylit (ryc. 3).

W północnej partii odsłonięcia pomierzono ukierunkowanie osi rozmyć w spągu serii kalcyrudytu. Zapadają one w dość jednolitym przedziale o rozpiętości do 120° ku SE (wektor wypadkowy $V=143^\circ$) (Vierek i in., 1994).

W południowej części odsłonięcia, pomiędzy zespołem dolnym i górnym są widoczne zmięte ławice, w różnym stopniu złupkowane i sprasowane (ryc. 4). Jest to drugi typ kontaktu, gdzie obok erozji mamy także do czynienia z efektem kompaktacji dolnych wapieni uławiczonych przez górną, grubokruchową serię.

W środkowej i północnej partii odsłonięcia w spągu zespołu B występuje pakiet wapieni, miąższości do 0,75 m o pośrednim charakterze litologicznym (ryc. 2, oznaczenie B₁). W wapieniu frakcji kalcyssylitu z rzadka rozproszone są niewielkie klasty o litologii analogicznej do stwierdzonej w masywnym kalcyrudycie (ryc. 3).

W strefie przejściowej B₁ zaobserwowano strukturę rynnowego rozmycia o głębokości do 0,2 m i szerokości 0,8 m. Wypełniona jest wapieniem frakcji kalcyrudytu o normalnym uziarnieniu frakcyjnym. Osad wykazuje laminację równoległą, współkształtną do powierzchni dna tego kanału (ryc. 3).

Zespół górny B nie jest jednolity pod względem litologicznym. W środkowej części odsłonięcia, w obrębie masywnego kalcyrudytu, kontynuuje się na długości ok. 10 m fragment ławicy o wyraźnej ziarnistości (miąższość ok. 0,3—0,5 m). Granice stropowe i spągowe ławicy z otaczającym kalcyrudytym są wyraźne i ostre (ryc. 3).

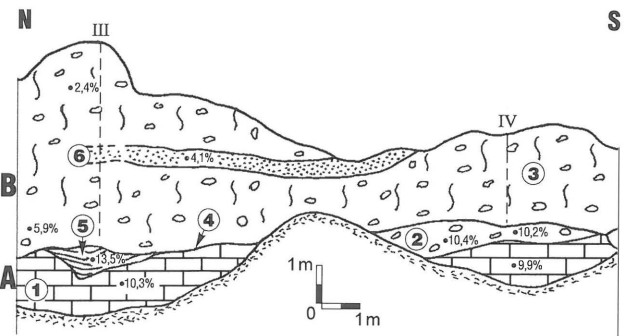
Pobrane próbki, zarówno z kompleksu dolnego A, jak i górnego B, zostały przebadane pod względem ilościowego i jakościowego składu mineralnego nierozpuszczalnego reziduum (IR).

Na ryc. 3 przedstawiono procentową zawartość nierozpuszczalnego reziduum w poszczególnych typach wapieni. W obrębie masywnego kalcyrudytu ilość IR waha się od 2,4% w części stropowej do 5,9% w spągu. W typowym wapieniu skalistym ilość nierozpuszczalnego reziduum jest z reguły mniejsza, nie przekracza 3%.

Podjmując badania jakościowe nierozpuszczalnego reziduum zamierzeniem autora było wychwycenie różnic i podobieństw w analizowanych typach litologicznych. W badanych skałach pewne minerały powtarzają się stale we wszystkich typach litologicznych. Należą do nich: kwarc, skalenie, illit, montmoryllonit i minerały mieszanopakietowe. Występują ponadto minerały, których obecność jest związana tylko z niektórymi typami litologicznymi. W wapieniach zespołu B oraz w utworach wypełniających strukturę rynnowego rozmycia występuje kaolinit. W wapieniach zespołu A, w strefie przejściowej i w wapieniach

Tab.1. Zmienność wskaźnika MPS w poszczególnych profilach w obrębie kamieniołomu (profil I Północ, profil VI Południe)

Nr profilu	I	II	III	IV	V	VI
Wartość MPS w części stropowej	10,8	8,0	11,9	12,1	15,5	18,0
Wartość MPS w części spągowej	12,5	11,0	14,1	7,3	15,6	



Ryc. 3. Fragment odsłonięcia w Bydlinie. Pozycja wapieni przejściowych (2) w stosunku do niżejległych wapieni zarzeczańskich (1) i nadległych masywnych kalcyrudytów(3); (4) kontakt erozyjny pomiędzy zespołami A i B; (5) struktura rynnowego rozmycia; (6) ławica wapienia o wyraźnej ziarnistości; 2,4% ilość nierozpuszczalnego reziduum; IV usytuowanie profiliów omawianych w tab.1 i tab. 2

Fig. 3. Fragment of the Bydlin quarry. Position of the transitional limestones (2) to underlying Zarzecze limestones (1) and overlying massive calcirudites (3); (4) erosional contact between association A and B; (5) through-fill structure; (6) grained limestones; 2,4% the amount of insoluble residuum; IV draft of profiles location description in tab. 1 and tab. 2

wypełniających rynnową strukturę stwierdzono obecność ankerytu. W pojedynczych próbkach reprezentujących nieuławiczone kalcyrudyty i w ziarnistej ławicy występuje syderyt i piryt.

Pod względem mikrofacjalnym zespół wapieni B wykazuje duże zróżnicowanie. Stwierdzono występowanie intramikrytów, biopelmikrytów, biomikrytów (packstony, wackstony) i sporadycznie mikrytów (mudstony). Zespół organiczny stanowią gąbki krzemionkowe, szkarłupnie (liczne *Saccocoma*), mszywioly, otwornice (*Lenticulina*, *Nodosaria*, *Fronicularia*, *Paalzovella*). Pospolite są zoospory *Globochaete alpina*, stomiosfery, skorupki ramienionogów, rurki robaków i ślady ich działalności życiowej. Zlicznych struktur cyanobakteryjnych na uwagę zasługują: *Tubiphytes*, fragmenty mat i mikroonkoidy. Ziarna nieskieletowe reprezentowane są przez intraklasty, peloidy, grudki agregacyjne i tuberoidy.

Interpretacja genetyczna

Cechy litologiczne masywnych kalcyrudytów z Bydlina, sugerują genezę podwodnego spływu masowego dużej gęstości. Znaczna miąższość ławic, rzędu 1,5–3,0 m, typowa jest dla nagej depozycji materiału transportowanego grawitacyjnie.

Charakterystyczna bimodalność składu granulometrycznego, w której obok frakcji grubo- lub nawet bardzo gruboklastycznej występuje materiał z frakcji piaszczysto-żwirowej, słabe wysortowanie i obtoczenie klastów, słabo zaznaczona gradacja ziarn oraz brak struktur depozycyjnych dowodzą, że transport odbywał się jako plastyczne płynięcie kohezynnego materiału (Radomski, 1986).

Prawdopodobnie słabo i tylko miejscami widoczna ławica wapienia ziarnistego może być interpretowana jako struktura typu *rigid plug* (sztywny wkład). Zamrożone wcześniej pewne fragmenty spływu były biernie transportowane przez pozosta-

Tab. 2. Stosunek klastów do matriksu (w procentach) w poszczególnych profilach w obrębie kamieniołomu (profil I Północ, profil VI Południe)

Nr profilu	I	II	III	IV	V	VI
Procentowa zawartość klastów w części stropowej	50,5		49,1	46,2	39,5	39,4
Procentowa zawartość klastów w części spągowej	68,4	52,4	68,8	60,5	54,4	

łą, jeszcze płynną masę osadu. Według Naylora (1981) jest to jedna z charakterystycznych cech osadu powstałego w wyniku spływu kohezyjnego.

Kolejnym dowodem na istnienie gęstego spływu kohezyjnego jest wydolność (kompetencja) transportu zawiesinowego. Wydolność jest określana wielkością największych ziarn transportowanych w zawieszynie. Obliczony parametr MPS rozproszonych w matriksie klastów odpowiada przedziałowi wartości $11 < D_{\max} < 12$ cm. Koncentracja fazy stałej wynosząca $75 < C_s < 80\%$ kwalifikuje ten spływ do grupy gęstego spływu kohezyjnego (Vierek i in., 1994).

Znaczna miąższość litosomów, obecność dużych bloków i słabe obtoczenie elementów szkieletu ziarnowego mogą wskazywać, że spływ Bydlina zachodził na krótkim dystansie rzędu kilkuset metrów — do 1 km.

O proksymalnym charakterze analizowanych kalcyrudytów świadczy również oszacowanie wartości odporności naprężeniowej K , obliczonej ze wzoru Hamptona (1975):

$$K = (g \Delta p D) / 8,8$$

$$K (N \text{ cm}^{-2}),$$

g (cm s^{-2}) przyspieszenie siły grawitacji,

Δp (g cm^{-3}) różnica gęstości klastów i matriksu $1,7 - 1,3 = 0,4$ według danych Naylora (1981),

D (cm) MPS klastów rozproszonych w matriksie.

Obliczona wartość $0,0049 < K < 0,0054 \text{ N cm}^{-2}$ wydaje się duża w porównaniu z dolną, progową wartością $K = 0,002 \text{ N cm}^{-2}$ spływów kohezyjnych (Costa, 1984). Tak gęsty spływ pokonać musiał niezbyt odległy dystans, gdyż płynąc po dnie morza ulega on zwykle rozwodnieniu i utracie gęstości.

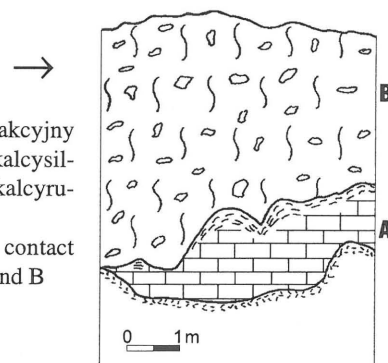
Orientacja szkieletu ziarnowego stanowi informację o kierunku ewentualnego spływu. Płaszczyzny ab klastów zapadają ku SSE i podrzędnie ku NNW. Z kierunkiem tym koresponduje azymut wypadkowy osi rozmyć rynnowych ze spągu kalcyrudytów, skierowany ku SE, a zmierzony w północnej partii odsłonięcia. W południowej partii pomiarów takich nie udało się dokonać, wydaje się jednak, że zaznacza się pewne różnicowanie kierunku transportu. Sugerowałoby to, że obserwowany spływ odbywał się dwiema strugami, nieznacznie różniącymi się kierunkami ruchu, ale pochodzącymi z tej samej strefy źródłowej.

Orientacja klastów jest jeszcze jedną przesłanką potwierdzającą dużą gęstość podwodnych spływów. Wiele wydłużonych klastów wykazuje bowiem pozycję pionową — wg Van Loon (1983) — typową dla ruchu silnie skoncentrowanego rumowiska.

Warstwa przejściowa (B_1 , ryc. 2), lokalnie podścielająca masywny kalcyrudyt, być może znaczy stopę spływu. Podczas intensywnego ruchu grawitacyjnego, istniały tam największe gradienty naprężeń ścinających. Niezlityfikowany kalcsylityt podłoża włączany był do spływu. Gęsta masa kalcyrudytu przemieszczała się po drobnoziarnistym, silnie nawodnionym „smarze”. Duże naprężenia ścinające doprowadziły do powstania dynamicznego smugowania zgodnego z powierzchnią paleodna. W literaturze niejednokrotnie były notowane analogiczne dolne, cienkie, drobnoziarniste, laminowane warstwy podścielające osady gęstych spływów (Johnson, 1970; Hampton, 1975).

W tej spodniej warstwie spływu mogły istnieć strefy znacznego nawodnienia osadu, tak dużego, że zyskiwał on cechy turbulencyjnego przepływu hydraulicznego o dużej koncentracji zawiesiny. Tym można tłumaczyć powstanie niewielkiej rynny erozyjnej wypchniętej kalcyrudytom o normalnym uziarnieniu frakcyjnym.

W wyniku analizy mikrofacjalnej stwierdzono obecność elementów sugerujących związek osadów z Bydlina z wapieniami skalistymi. Jednak różnice w charakterze i frekwencji poszczególnych składników (przede wszystkim



Ryc. 4. Kontakt kompakcyjny pomiędzy uławiconym kalcsylitytem (A) a masywnym kalcyrudytom (B)

Fig. 4. Compact-like contact between association A and B

znacznie mniejsza liczba mikroonkoidów w porównaniu z typowym wapieniem skalistym) pozwalają przypuszczać, że materiał źródłowy nieuławiconych kalcyrudytów pochodził z brzeżnych partii skalistego *mud mounds*.

W wapieniach skalistych głównych mikroonkoidy występują w dużej liczbie w strefie środkowej kopców mułowych, natomiast zanikają w miarę oddalania się od tej strefy (Heliasz, 1990).

Pozostaje problem mechanizmu uruchamiającego spływ. Związek osadów spływowych z wapieniami skalistymi, przede wszystkim z zakończeniem głównej fazy wzrostu skalistych *mud mounds* skłania do wiązania tych procesów z działalnością silnych sztormów. Warto jednak zaznaczyć, że przez analizowany obszar przebiega wiele uskóków (Bednarek i in., 1978). Na południowych obrzeżeniach Bydlina znajdują się dwa uskoki o rzutach w kierunku północnym, tworzące rów Wolbromia. Jeden z tych uskóków mógł mieć charakter synsedymencyjny i być inicjatorem spływu kohezyjnego. Dlatego nie można całkowicie wykluczyć roli czynnika tektonicznego.

Składam serdeczne podziękowania Panom dr Zygmuntowi Heliaszowi i dr Tomaszowi Zielińskiemu za pomoc i cenne wskazówki w czasie przygotowywania prezentowanej pracy.

L i t e r a t u r a

- BEDNAREK J., KAZIUK H. & ZAPAŚNIK T. 1978a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski, 1 : 50 000, ark. Ogrodzieniec. Państw. Inst. Geol.
- BEDNAREK J., KAZIUK H. & ZAPAŚNIK T. 1978b — Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, 1 : 50 000, ark. Ogrodzieniec. Wyd. Geol.
- COSTA J.E. 1984 — [In:] Costa J.E., Fleisher P.J., Developments and applications of geomorphology. Springer, Berlin: 268–317.
- HAMPTON M.A. 1975 — J. Sediment. Petrol., 45: 834–844.
- HELIASZ Z. 1983 — Geneza wapieni górnej jury w regionie Częstochowskim Jury Polskiej w oparciu o analizę mikrofacjalną i badania geochemiczne. Maszynopis, Inst. Nauk Geol. UJ, Kraków.
- HELIASZ Z. 1990 — [In:] Geologia, UŚI, 10/11: 9–49.
- HOFFMAN M. & MATYSZKIEWICZ J. 1989 — Przew. 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol. Kraków: 78–83.
- JOHNSON A.M. 1970 — Physical Processes in Geology. Freeman, San Francisco.
- MARCINOWSKI R. 1970 — Acta. Geol. Pol., 20: 413–449.
- MATYSZKIEWICZ J. 1989a — Przew. 60 Zjazdu Pol. Tow. Geol., Kraków: 83–88.
- NAYLOR M.A. 1981 — Sedimentology, 28: 837–852.
- POWERS M.C. 1953 — J. Sediment. Petrol., 23: 117–119.
- RADOMSKI A. 1986 — [In:] Zarys Sedymentologii. Wyd. Geol.: 212–215.
- VAN LOON A.J. 1983 — Geol. Mijnbouw., 62: 493–498.
- VIEREK A. 1994 — Przew. Konf., III Krajowe Spotkania Sedym.: 130–132.
- VIEREK A., HELIASZ Z. & ZIELIŃSKI T. 1994 — Ibidem: 26–33.